

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-044655

(43)Date of publication of application : 14.02.1997

(51)Int.Cl.

G06T 5/20
H04N 1/409

(21)Application number : 07-191518

(71)Applicant : FUJI PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 27.07.1995

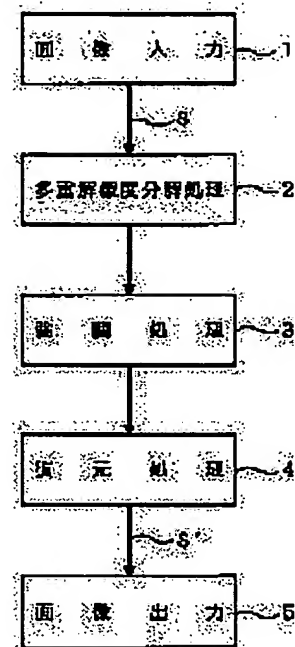
(72)Inventor : ITO WATARU

(54) METHOD AND DEVICE FOR PROCESSING IMAGE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a satisfactorily processed image by emphasizing only the component of a required frequency band in an image without emphasizing unwanted components such as noise.

SOLUTION: At a multi-resolution decomposition processing means 2, an image signal S inputted from an image input means 1 is decomposed into the images of multiple resolution by a method such as Laplacian pyramid. The emphasis degree of the desired frequency band in the decomposed image is decided based on the signal value of image in the lower frequency band, and emphasizing processing is performed to the image by an emphasizing processing means 3. The emphasis-processed image and the other images are restored by a restoring processing means 4 and a processed image signal S' is provided. The processed image signal S' is reproduced as a visible image at an image output means 5.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 26.04.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2005-09795

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 25.05.2005

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-44655

(43) 公開日 平成9年(1997)2月14日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 5/20			G 0 6 F 15/68	4 0 0 A
H 0 4 N 1/409			H 0 4 N 1/40	1 0 1 D

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-191518

(22) 出願日 平成7年(1995)7月27日

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社
神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 伊藤 渡

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フイルム株式会社内

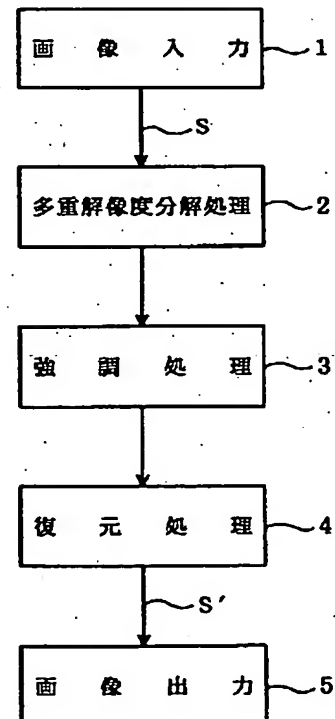
(74) 代理人 弁理士 柳田 征史 (外1名)

(54) 【発明の名称】 画像処理方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 ノイズ等の不要な成分を強調することなく、画像中の必要な周波数帯域の成分のみを強調して良質な処理済画像を得る。

【解決手段】 画像入力手段1から入力された画像信号Sを多重解像度分解処理手段2においてラプラシアンピラミッド等の方法により多重解像度の画像に分解する。分解された画像の所望とする周波数帯域の強調度をより低周波数帯域の画像の信号値に基づいて決定し、強調処理手段3において画像に強調処理を施す。強調処理が施された画像とそれ以外の画像とを復元処理手段4において復元し、処理済画像信号S'を得る。処理済画像信号S'は画像出力手段5において可視像として再生される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像を多重解像度空間に変換することにより、該画像を複数の周波数帯域ごとの画像に分解し、

該複数の周波数帯域のうち所定の周波数帯域の画像に対して、該所定の周波数帯域よりも低周波数帯域の画像における信号値の絶対値が比較的大きい部分に対応する部分ほど大きい強調度の強調係数を乗じ、

該強調係数が乗じられた周波数帯域の画像および他の周波数帯域の画像を逆多重解像度変換することにより処理済画像を得ることを特徴とする画像処理方法。

【請求項2】 画像を多重解像度空間に変換することにより、該画像を複数の周波数帯域ごとの画像に分解する画像分解手段と、

該複数の周波数帯域のうち所定の周波数帯域の画像に対して、該所定の周波数帯域よりも低周波数帯域の画像における信号値の絶対値が比較的大きい部分に対応する部分ほど大きい強調度の強調係数を乗じる強調係数乗算手段と、

該強調係数が乗じられた周波数帯域の画像および他の周波数帯域の画像を逆多重解像度変換することにより処理済画像を得る逆変換手段とからなることを特徴とする画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、原画像における所定の周波数帯域に画像処理を施す画像処理方法および装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 画像を表す画像信号を得、この画像信号に適切な画像処理を施した後、画像を再生表示することが種々の分野で行われている。例えば放射線画像の診断性能を向上させるために、画像信号に対してボケマスク処理等の周波数強調処理を施す方法が本出願人により提案されている（特開昭55-163772等）。この周波数処理は、原画像を表す画像信号からボケマスク信号を減算したものに強調度を掛けたものを加える処理を施すもので、これにより画像において所定の空間周波数成分を強調するようにしたものである。

【0003】 また、画像信号に対して周波数処理を施す別の方法として、フーリエ変換、ウェーブレット変換、サブバンド変換等により画像を多重解像度画像に変換することにより画像を表す画像信号を複数の周波数帯域の信号に分解し、この分解された信号のうち、所望とする周波数帯域の信号に対して強調等の所定の画像処理を施す方法が提案されている。

【0004】 また、近年画像処理の分野において、画像を多重解像度に変換する新規な方法としてラプラシアンピラミッドなる方法が提案されている（例えば特開平6-301766号）。このラプラシアンピラミッドは、原画像に

対してガウス関数で近似されたようなマスクによりマスク処理を施した後、画像をサブサンプリングして画素数を間引いて半分にすることにより、原画像の $1/4$ のサイズのボケ画像を得、このボケ画像のサンプリングされた画素に値が0の画素を補間して元の大きさの画像に戻し、この画像に対してさらに上述したマスクによりマスク処理を施してボケ画像を得、このボケ画像を原画像から減算して原画像の所定の周波数帯域の細部画像を得るものである。この処理を得られたボケ画像に対して繰り返すことにより原画像の $1/2^{2N}$ の大きさのボケ画像を N 個作成するものである。ここで、ガウス関数で近似されたようなマスクによりマスク処理を施した画像に対してサンプリングを行っているため、実際にはガウシアンフィルタを用いているが、ラプラシアンフィルタをかけた場合と同様の処理画像が得られる。そしてこのように原画像サイズの画像から順に $1/2^{2N}$ の大きさの低周波数帯域の画像が得られるため、この処理の結果得られた画像はラプラシアンピラミッドと呼ばれる。

【0005】 なお、このラプラシアンピラミッドについては、Burt P. J., "Fast Filter Transforms for Image Processing", Computer Graphics and Image Processing 16 巻、20~51頁、1981年；Crowley J. L., Stern R. M., "Fast Computation of the Difference of Low-Pass Transform" IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 6 巻、2 号、1984年3月、Mallat S. G., "A Theory for Multiresolution Signal Decomposition ; The Wavelet Representation" IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 11 巻、7 号、1989年7月；Ebrahimi T., Kunt M., "Image compression by Gabor Expansion", Optical Engineering, 30 巻、7 号、873 ~ 880 頁、1991年7月、および Pieter Vuytsteke, Emile Schoeters, "Multiscale Image Contrast Amplification" SPIE Vol. 2167 Image Processing (1994), pp551 ~ 560 に詳細が記載されている。

【0006】 そしてこのようにして得られたラプラシアンピラミッドの全ての周波数帯域の画像に対して、画像の値を強調するような処理を施し、この強調処理が施された各周波数帯域の画像を逆変換して処理が施された画像を得る方法が上記特開平6-301766号に記載されている。このように処理が施された画像は、各周波数帯域において画像が強調されているため、実質的に上述したボケマスク処理において複数のサイズのマスクによりボケマスク処理を施したような画像となっている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記特開平6-301766号に記載された方法においては、ある周波数帯域の画像に対して強調処理を施す際に、画像中における強調処理が必要な被写体の輪郭等の成分とともにノイズ等の不要な成分をも強調してしまうため、処理の結果得られる画像についても被写体の輪郭等の成分の他ノ

イズをも強調されたものになってしまう。このため、画像処理の結果得られた画像はノイズが目立って見にくいものとなってしまっていた。

【0008】本発明は上記事情に鑑み、画像中の必要な成分のみを強調して良質な処理済画像を得ることができる画像処理方法および装置を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明による画像処理方法および装置は、画像を多重解像度空間に変換することにより、該画像を複数の周波数帯域ごとの画像に分解し、該複数の周波数帯域のうち所定の周波数帯域の画像に対して、該所定の周波数帯域よりも低周波数帯域の画像における信号値の絶対値が比較的大きい部分に対応する部分ほど大きい強調度の強調係数を乗じ、該強調係数が乗じられた周波数帯域の画像および他の周波数帯域の画像を逆多重解像度変換することにより処理済画像を得ることを特徴とするものである。

【0010】ここで多重解像度空間に変換するとは、画像をラプラシアンピラミッド、ウェーブレット変換、サブバンド変換等、所定のフィルタにより画像信号を複数の周波数帯域ごとの画像に分解することをいう。

【0011】

【発明の効果】画像を多重解像度変換により変換した際に得られる複数の周波数帯域ごとの画像において、原画像に含まれる被写体の輪郭のような成分は、低周波数帯域の画像においてもその画像の成分に含まれるものである。しかしながら、ノイズのような成分は高周波数帯域の画像には含まれるが、比較的低周波数帯域の画像には含まれないものである。したがって、画像の強調を施す所定の周波数帯域よりも低周波数帯域の画像において、信号値の絶対値が比較的低い部分は、所定の周波数帯域の画像のその部分に対応する部分が信号値を有するものであっても、その部分の信号により表わされる画像の成分はノイズである可能性が非常に高い。このため、所定の周波数帯域の画像の全体に強調処理を施すと、被写体のように必要な成分のみならず、ノイズのような不要な成分をも強調してしまうこととなる。本発明はこの点に鑑みてなされたものである。

【0012】すなわち、本発明による画像処理方法および装置は、多重解像度空間に変換された複数の周波数帯域の画像のうち、強調処理を施す所定の周波数帯域よりも低周波数帯域の画像における信号値の絶対値が比較的大きい部分ほどこの部分に対応する所定周波数帯域の画像の部分の強調度を大きくしたものである。これにより、所定周波数帯域においてノイズと見なせる上記低周波数帯域の画像における信号値の絶対値が比較的小さい部分は他の部分と比較して強調度が小さくなる。所定周波数帯域の画像に対してこのように強調処理を施すことにより、この所定周波数帯域の画像におけるノイズ等の

不要な成分は他の被写体等の必要な成分よりも強調度が小さくなるため、目立たなくなる。したがって、この強調処理が施された周波数帯域の画像および他の周波数帯域の画像を逆変換することにより得られる処理済画像は、所定周波数帯域の成分のうちノイズ等の不要な成分が目立たなくなり、必要な被写体の輪郭等の成分が強調された良質な画像を得ることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【0014】図1は本発明による画像処理方法を実施するための装置の概略を表すブロック図である。図1に示すように本発明による画像処理方法を実施するための装置は、装置に画像を入力するための画像入力手段1と、入力された画像に対して多重解像度分解処理を施す多重解像度分解処理手段2と、多重解像度分解処理手段2において複数の周波数帯域に分解された画像のうち、所定の周波数帯域の画像に対して後述するような強調処理を施す強調処理手段3と、強調処理手段3により強調処理が施された周波数帯域の画像および他の周波数帯域の画像を復元して処理済画像を得るための復元処理手段4と、復元処理手段4により復元された処理済画像を可視像として再生するための画像出力手段5とからなるものである。

【0015】次いで本発明による画像処理方法の作用について説明する。図2は図1における多重解像度画像分解処理手段2において行われる処理を説明するためのブロック図である。なお、本実施の形態においてはラプラシアンピラミッドの手法により画像信号Sを多重解像度画像に分解するものとする。図2に示すように原画像を表すデジタルの画像信号Sが多重解像度分解処理手段2に入力されると、フィルタリング手段10においてローパスフィルタによりフィルタリングされる。このローパスフィルタは例えば図3に示すように5×5のグリッド上の二次元ガウス分布に略対応している。このローパスフィルタは後述するように全ての解像度の画像に対して適用される。

【0016】このようなローパスフィルタによりフィルタリングされた画像信号Sはフィルタリング手段10において1画素おきにサンプリングされ、低解像度近似画像 g_1 が得られる。この低解像度近似画像 g_1 は、原画像の1/4の大きさとなっている。次いで補間手段11において、この低解像度近似画像 g_1 のサンプリングされた間隔に値が0の画素が補間される。この補間は低解像度近似画像 g_1 の列毎および一行毎に値が0の行および列を挿入することにより行う。このように値が0の画素が補間された低解像度近似画像 g_1 はぼけてはいるものの画素おきに値が0の画素が挿入されているため、信号値の変化が滑らかではないものとなっている。

【0017】そしてこのようにして補間が行われた後、

さらにこの補間がなされた低解像度近似画像 g_1 に対して図3に示すローパスフィルタにより再度フィルタリング処理を施し、低解像度近似画像 g_1' を得る。この低解像度近似画像 g_1' 上述した補間がなされた低解像度近似画像 g_1 と比較して信号値の変化が滑らかなものとなっている。また原画像と比較して周波数帯域的には半分より高い高周波数が消えたような画像となっている。これは画像の大きさを $1/4$ にして一画素おきに値が0の画素を補間し、さらに図3に示すローパスフィルタによりフィルタリング処理を施しているため、ガウス関数により空間周波数が半分よりも高い周波数帯域の画像がぼかされたようになっているからである。

【0018】次いで減算器12において、原画像から低解像度近似画像 g_1' の減算が行われ、細部画像 b_0 が得られる。この減算は原画像と低解像度近似画像 g_1' との相対応する画素についての信号間で行われる。ここで、低解像度近似画像 g_1' は上述したように原画像の空間周波数のうち半分より高い周波数帯域の画像がぼかたようになっているため、細部画像 b_0 は原画像のうち半分より上の周波数帯域のみを表す画像となっている。すなわち、図4に示すように細部画像 b_0 は原画像のナイキスト周波数 N のうち $N/2 \sim N$ の周波数帯域の画像を表すものとなっている。

【0019】次いで、低解像度近似画像 g_1 はフィルタリング手段10に入力され、図3に示すローパスフィルタによりフィルタリング処理が施される。そしてフィルタリング処理が施された低解像度近似画像 g_1 は、フィルタリング手段10において1画素おきにサンプリングされ、低解像度近似画像 g_2 が得られる。この低解像度近似画像 g_2 は、低解像度近似画像 g_1 の $1/4$ すなわち原画像の $1/16$ の大きさとなっている。次いで補間手段11において、この低解像度近似画像 g_2 のサンプリングされた間隔に値が0の画素が補間される。この補間は低解像度近似画像 g_2 の一列毎および一行毎に値が0の行および列を挿入することにより行う。このように値が0の画素が補間された低解像度近似画像 g_2 はぼけてはいるものの一画素おきに値が0の画素が挿入されているため、信号値の変化が滑らかではないものとなっている。

【0020】そしてこのようにして補間が行われた後、さらにこの補間がなされた低解像度近似画像 g_2 に対して図3に示すローパスフィルタにより再度フィルタリング処理を施し、低解像度近似画像 g_2' を得る。この低解像度近似画像 g_2' は上述した補間がなされた低解像度近似画像 g_2 と比較して信号値の変化が滑らかなものとなっている。また低解像度近似画像 g_1 と比較して周波数帯域的には半分より高い周波数帯域の画像が消えたようになっている。

【0021】次いで減算器12において、低解像度近似画像 g_1 から低解像度近似画像 g_2' の減算が行われ、細部画像 b_1 が得られる。この減算は低解像度近似画像 g_1

と低解像度近似画像 g_2' との相対応する画素についての信号間で行われる。ここで、低解像度近似画像 g_2' は上述したように低解像度近似画像 g_1 の空間周波数のうち半分より高い周波数帯域の画像がぼかたようになっているため、細部画像 b_1 は低解像度近似画像 g_1 のうち半分より上の周波数帯域のみを表す画像となっている。すなわち、図4に示すように細部画像 b_1 は低解像度近似画像 g_1 のうちの半分より上の周波数帯域のみ、すなわち原画像のナイキスト周波数 N のうち $N/4 \sim N/2$ の周波数帯域の画像を表すものとなっている。このようにガウス分布のローパスフィルタによりフィルタリング処理を施して細部画像を得るようにしているが、フィルタリング処理が施された画像を低解像度近似画像から減算していることから、実質的にはラプラシアンフィルタによりフィルタリング処理を施した場合と同様の結果となる。

【0022】そして上述した処理をフィルタリング手段10によりフィルタリングされかつサンプリングされた低解像度近似画像 g_k ($k=1 \sim N$) に対して順次繰り返して行い、図4に示すように n 個の細部画像 b_k ($k=1 \sim n$) および低解像度近似画像の残留画像 g_L を得る。ここで、細部画像 b_k は、 b_0 から順に解像度が低くなる、すなわち画像の周波数帯域が低くなるものであり、原画像のナイキスト周波数 N に対して、細部画像 b_k は $N/2^{k+1} \sim N/2^k$ の周波数帯域を表し、画像の大きさが原画像の $1/2^{2k}$ 倍となっている。すなわち、最も解像度が高い細部画像 b_0 は原画像と同じ大きさであるが、細部画像 b_0 の次に高解像度の細部画像 b_1 原画像の大きさの $1/4$ となっている。このように、細部画像が原画像と同一の大きさのものから順次小さくなり、また細部画像はラプラシアンフィルタを施したものと実質的に同一の画像であることから、本実施の形態による多重解像度変換はラプラシアンピラミッドと呼ばれるものである。また、残留画像 g_L は原画像の非常に解像度が低い近似画像であると見なすことができ、極端な場合は、残留画像 g_L は原画像の平均値を表す1つだけの画像からなるものとなる。そしてこのようにして得られた細部画像 b_k および残留画像 g_L は図示しないメモリに記憶される。

【0023】次いでこのようにして得られた細部画像 b_k に対して強調処理手段3において強調処理が施される。以下強調処理の詳細について説明する。

【0024】上述したように画像を多重解像度変換することにより得られる複数の周波数帯域ごとの細部画像 b_k において、原画像に含まれる被写体の輪郭のような成分は、低周波数帯域の画像においてもある程度の大きさの信号値を有するものである。しかしながら、ノイズのような成分は高周波数帯域の画像には含まれるが、低周波数帯域の画像においては消えてしまい信号値としては0に近い値となる。例えば図5に示すように細部画像 b

b_k と細部画像 b_k よりも低周波数帯域の細部画像 b_{k+1} とを比較すると、点A、BおよびCにおいては双方の細部画像が信号値を有するものである。しかしながら点Dにおいては細部画像 b_k においては信号値を有するが、細部画像 b_{k+1} においては信号値が0となっている。したがって、細部画像 b_k の点Dはノイズのように不要な部分であり、他の点A、BおよびCは被写体の輪郭のように必要な部分であると見なすことができる。

【0025】したがって、画像の強調を施す所定の周波数帯域よりも低周波数帯域の画像について、信号値の絶対値が比較的低い部分は所定の周波数帯域の画像のその部分に対応する部分が信号値を有するものであっても、その部分の信号により表される成分はノイズである可能

$$b_{kp} = b_k \times f(b_{k+1})$$

このように所定周波数帯域の細部画像 b_k に対して強調処理を施すことにより、この所定周波数帯域の細部画像 b_k におけるノイズ等の不要な成分は他の必要な成分よりも強調度が小さくなるため、目立たなくなる。

【0027】なお、この強調処理において、細部画像 b_{k+1} の1つの画素に対応する点は細部画像 b_k において4つある。このため、強調処理のための係数を決定する際には、細部画像 b_k の4つの画素に対応する細部画像 b_{k+1} の1つの画素値を補間して、4つの画素にそれぞれ対応する値を得、この値に基づいて強調係数を決定するものである。また、細部画像 b_k の4つの画素に対応する細部画像 b_{k+1} 1つの画素値を代表させて、この1つの画素値に基づいて4つの画素の強調度を決定するようにしてもよい。

【0028】次いで、強調処理が施された周波数帯域の細部画像 b_k および他の周波数帯域の細部画像を逆変換する。この逆変換の処理は復元処理手段4において以下のようにして行われる。

【0029】図7は細部画像の逆変換の詳細を表す図である。まず、残留画像 g_L が補間手段14により各画素の間が補間されて元の大きさの4倍の大きさの画像 g_L' とされる。次に加算器15においてその補間された画像 g_L' と最も低解像度の細部画像 b_{n-1} の相対応する画素同志で加算を行い、加算画像 $(g_L' + b_{n-1})$ を得る。次いでこの加算画像 $(g_L' + b_{n-1})$ は補間手段14に入力され、この補間手段14において各画素の間が補間されて元の大きさの4倍の大きさの画像 b_{n-1}' とされる。

【0030】次いでこの画像 b_{n-1}' は、加算器15において細部画像 b_{n-1} の一段階高解像度の画像 b_{n-2} と相対応する画素同志の加算が行われ、加算された加算信号 $(b_{n-1}' + b_{n-2})$ は補間手段14において各画素の間隔が補間され、細部画像 b_{n-2} の4倍の大きさの画像 b_{n-2} とされる。

【0031】以上の処理を繰り返し、強調画像 b_{kp} についても同様の処理を施す。すなわち、強調画像 b_{kp} と上

性が非常に高い。よって、強調処理を施したい周波数帯域の細部画像 b_k よりも低周波数帯域の細部画像（本実施の形態においては1レベル周波数帯域が低い細部画像 b_{k+1} ）の信号値を検出し、この信号値の検出の結果、細部画像 b_{k+1} における信号値の絶対値が比較的小さい部分に対応する細部画像 b_k の部分については、強調係数を他の部分と比較して小さくして強調を行うようにする。すなわち、図6に示すように細部画像 b_{k+1} の信号値の絶対値が大きいほど強調度 f を大きくするものである。そしてこのようにして決定された細部画像 b_{k+1} に基づく強調度 $f(b_{k+1})$ を下記の式(1)に示すように細部画像 b_k に乗じ、強調画像 b_{kp} を得る。

【0026】

…(1)

述した処理が施された一段階低解像度の画像 b_{k-1}' との加算が加算器15において行われ、さらに加算信号 $(b_{kp} + b_{k-1}')$ に対して補間手段14において各画素の間が補間され、補間信号 b_{kp}' を得る。そしてこの処理をより高周波の細部画像に対して順次行い、最終的に加算器15において補間画像 b_1' と最高解像度の細部画像 b_0 との加算が行われ、処理済画像信号 S' を得る。

【0032】このようにして得られた処理済画像信号 S' は画像出力手段5に入力され、可視像として表示される。この画像出力手段5はCRT等のディスプレイ手段でもよいし、感光フィルムに光走査記録を行う記録装置であってもよいし、あるいはそのために画像信号を一旦光ディスク、磁気ディスク等の画像ファイルに記憶させる装置であってもよい。

【0033】このようにしてラプラシアンピラミッドにより多重解像度に変換された細部画像に対して、所望とする周波数帯域の細部画像に対する強調係数をその所望とする周波数帯域よりも低周波数帯域の細部画像の信号に基づいて設定することにより、所望と周波数帯域の画像はノイズ等の不要な成分はそれ程強調されることなく、被写体の輪郭等の必要な成分のみが強調されることとなる。したがって、強調処理が施された細部画像およびそれ以外の細部画像を逆変換することにより得られる処理済画像は、所望とする周波数帯域の画像が強調されているが、この周波数帯域におけるノイズ等の不要な部分は強調されていないため、ノイズが目立たない観察読影に適した良好なものとなる。

【0034】なお、上述した実施の形態においては、画像を多重解像度画像に変換するためにラプラシアンピラミッドの手法を用いているが、これに限定されるものではなく、例えばウェーブレット変換、あるいはサブバンド変換等の方法により多重解像度画像に変換するようにしてもよいものである。

【0035】ここで、ウェーブレット変換は、周波数解析の方法として近年開発されたものであり、ステレオのパターンマッチング、データ圧縮等に応用がなされてい

るものである (OLIVIER RIOUL and MARTIN VETTERLI: Wavelets and Signal Processing, IEEE SP MAGAZINE, P. 14-38, OCTOBER 1991, Stephane Mallat: Zero-Crossings of a Wavelet Transform, IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION THEORY, VOL. 37, NO. 4, P. 1019-1033, JULY 1991

) 。

【0036】このウェーブレット変換は、

【0037】

【数1】

$$W(a, b) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) h(a, b) dt \quad \dots (2)$$

但し、 $f(t)$: 任意の波形の信号

$W(a, b)$: $f(t)$ のウェーブレット変換

$$h(a, b) = \frac{1}{\sqrt{a}} h(at - b)$$

a : 関数の縮率

b : 水平軸方向の移動量

【0038】なる式において信号を複数の周波数帯域ごとの周波数信号に変換するものである。すなわち、関数 h の周期および縮率を変化させ、原信号を移動させることによりフィルタリング処理を行えば、細かな周波数から粗い周波数までの所望とする周波数に適合した周波数信号を作成することができる。

【0039】一方、サブバンド変換は、ウェーブレット変換のように1種類のフィルタにより2つの周波数帯域の画像を得るのみではなく、複数種類のフィルタを用いて複数の周波数帯域の画像を一度に得ることを含む変換方法である。

【0040】そして、このようにウェーブレット変換あるいはサブバンド変換により得られた複数の周波数帯域ごとの画像に対して上述したラプラシアンピラミッドの場合と同様に、所望とする周波数帯域の画像に対してこの周波数帯域よりも低周波数帯域の画像の信号値に基づいて強調係数を設定して強調処理を行うことにより、所望とする周波数帯域の画像が強調されるが、この周波数帯域におけるノイズ等の不要な部分は強調されないため、ノイズが目立たない観察読影に適した良好な画像を得ることができる。

【0041】また、上述した実施の形態においては強調処理を施す所望とする周波数帯域の画像の強調係数をその周波数帯域よりも一段階低周波数帯域の画像の信号値に基づいて決定するようにしているが、一段階低周波数

帯域のみではなく、二段階、三段階あるいはそれ以上低周波数帯域の画像に基づいて決定するようにしてもよいものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による画像処理方法を実施するための装置のブロック図

【図2】多重解像度分解処理手段の詳細を表す図

【図3】ローパスフィルタを表す図

【図4】ラプラシアンピラミッドが施された複数の周波数帯域ごとの細部画像を表す図

【図5】細部画像 b_k および細部画像 b_{k+1} の比較図

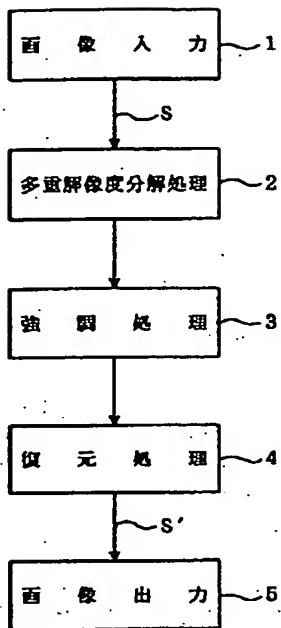
【図6】強調度を表すグラフ

【図7】復元処理手段の詳細を表す図

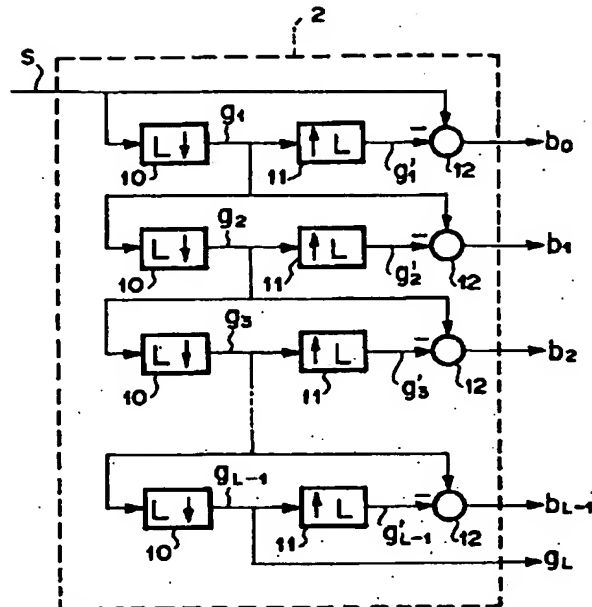
【符号の説明】

1. 画像入力手段
2. 多重解像度分解処理手段
3. 強調処理手段
4. 復元処理手段
5. 画像出力手段
10. フィルタリング手段
11. 補間手段
12. 減算器
14. 補間手段
15. 加算器

【図1】



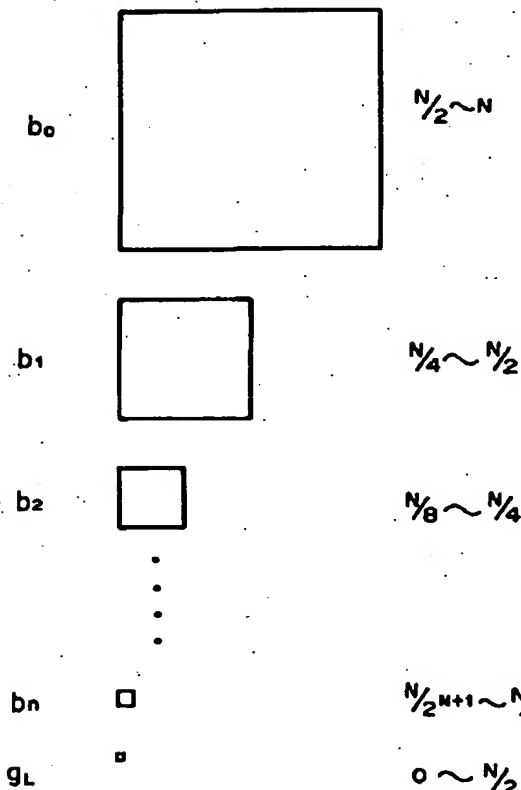
【図2】



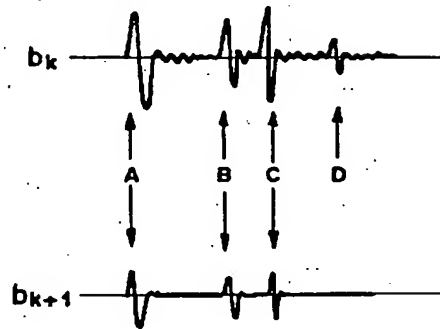
【図3】

0.0025	0.0125	0.02	0.0125	0.0025
0.0125	0.0625	0.1	0.0625	0.0125
0.02	0.1	0.16	0.1	0.02
0.0125	0.0625	0.1	0.0625	0.0125
0.0025	0.0125	0.02	0.0125	0.0025

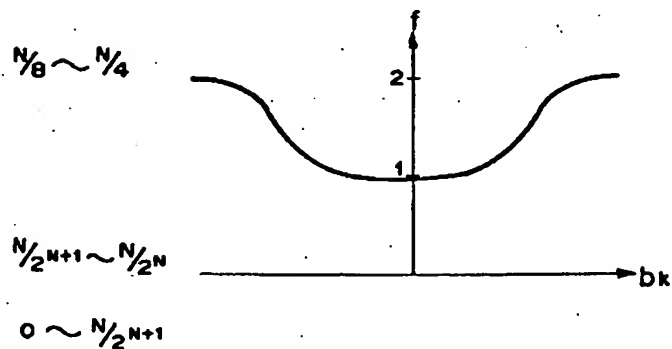
【図4】



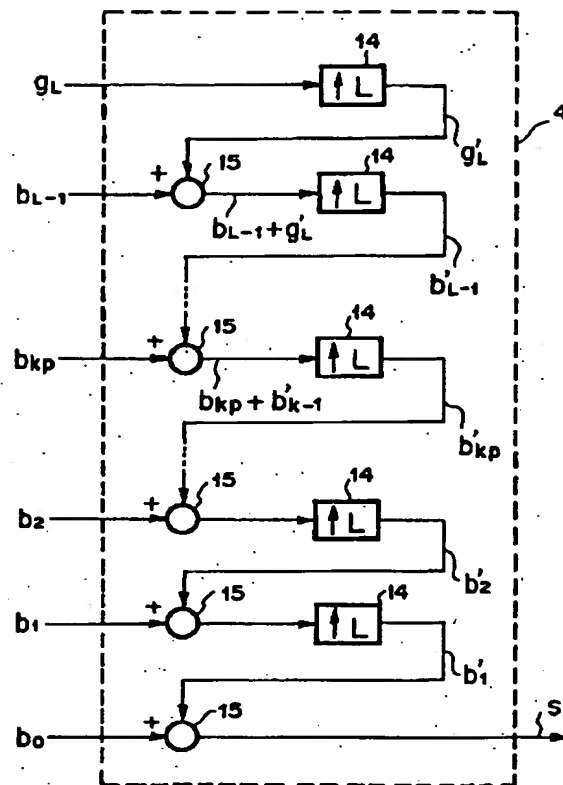
【図5】



【図6】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.